

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-250757

(43)Date of publication of application : 06.09.2002

(51)Int.Cl. G01R 31/36  
H01M 10/48

(21)Application number : 2001-048639 (71)Applicant : YAZAKI CORP

(22)Date of filing : 23.02.2001 (72)Inventor : SATAKE SHUJI

## (54) METHOD AND APPARATUS FOR ESTIMATION OF OPEN CIRCUIT VOLTAGE OF BATTERY FOR VEHICLE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus, for the estimation of the open circuit voltage of a battery for a vehicle, wherein the open circuit voltage of the battery during the use of the vehicle can be estimated comparatively precisely in a comparatively short time from the finish of a charge and discharge operation and without a need of correcting a temperature.

SOLUTION: While the time elapsed after the finish of a charging operation or a discharge operation reaches a second predetermined time from a first predetermined time, a predetermined linear approximation equation which indicates a correlation between an open voltage and the time elapsed from the finish of the charging operation or the discharge operation is decided by an approximate-equation decision means 23a-2 on the basis of open voltages of a plurality of batteries obtained by being measured in a plurality of numbers of times by an open-voltage measuring means 23a-1. The solution of the linear approximation equation at a time when a third predetermined time which is longer than the second time is substituted as the time elapsed after the finish of the charging operation or the discharge operation is calculated. The solution of the linear approximation equation is estimated as the open circuit voltage in the equilibrium state of the battery.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-250757

(P2002-250757A)

(43) 公開日 平成14年9月6日(2002.9.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 R 31/36		G 0 1 R 31/36	A 2 G 0 1 6
H 0 1 M 10/48		H 0 1 M 10/48	P 5 H 0 3 0

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-48639(P2001-48639)

(22) 出願日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(71) 出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72) 発明者 佐竹 周二

静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社  
内

(74) 代理人 100060690

弁理士 瀧野 秀雄 (外3名)

Fターム(参考) 2G016 CA03 CB11 CC01 CC02 CC07

CC12 CC23 CC24 CC27 CC28

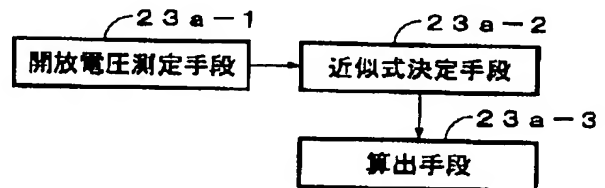
5H030 AA00 AS08 FF43 FF44 FF52

(54) 【発明の名称】 車両用バッテリーの開回路電圧推定方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 車両使用中のバッテリーの開回路電圧を、充放電の終了から比較的短時間の内に、しかも温度補正することを必要とすることなく比較的正確に推定できる車両用バッテリーの開回路電圧推定方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第1の時間から予め定めた第2の時間に至るまでの間に、開放電圧測定手段23a-1により複数回測定して得た複数のバッテリーの開放電圧から、その間の開放電圧と充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を、近似式決定手段23a-2により決定し、第2の時間よりも長い、予め定めた第3の時間を、充電又は放電が終了した後の経過時間として代入したときの、直線近似式の解を算出手段23a-3により算出し、この直線近似式の解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧と推定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの平衡状態における開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、

充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第 1 の時間から予め定めた第 2 の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧を複数回測定し、

該測定した開放電圧から、前記充電又は放電が終了した後、前記第 1 の時間が経過してから前記第 2 の時間が経過するまでの間に関する、前記開放電圧と前記充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を決定し、

前記第 2 の時間よりも長い、予め定めた第 3 の時間を、前記充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、前記決定した直線近似式の解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧と推定することを特徴とする車両用バッテリーの開回路電圧推定方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、

前記充電又は放電の終了からの経過時間を  $t$ 、未知の係数を  $c$ 、未知の補数を  $E$  とすると、前記直線近似式が  $c \cdot t + E$  で表されることを特徴とする車両用バッテリーの開回路電圧推定方法。

【請求項 3】 車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第 1 の時間から予め定めた第 2 の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧を測定する開放電圧測定手段と、該開放電圧測定手段により複数回測定して得た複数の開放電圧から、前記充電又は放電が終了した後、前記第 1 の時間が経過してから前記第 2 の時間が経過するまでの間に関する、前記開放電圧と前記充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を決定する近似式決定手段と、

前記第 2 の時間よりも長い、予め定めた第 3 の時間を、前記充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、前記近似式決定手段により決定した直線近似式の解を算出する算出手段とを備え、

前記算出手段により算出した解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧として推定することを特徴とする車両用バッテリーの開回路電圧推定装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、

前記充電又は放電の終了からの経過時間を  $t$ 、未知の係数を  $c$ 、未知の補数を  $E$  とすると、前記直線近似式が  $c \cdot t + E$  で表されることを特徴とする車両用バッテリーの開回路電圧推定装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定方法とその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】バッテリーの開回路電圧は、平衡状態にあるバッテリーの開放状態にある端子電圧（開放電圧）を測定することによって求められ、バッテリーの充電状態を反映したものである。車両に搭載されて使用中のバッテリーにとって、バッテリーにあとどのくらい電気量（充電状態）があるかを知る上で重要なものである。

【0003】一般に、バッテリーから放電され放電電流が流れるとバッテリーの端子電圧は電流の大きさに応じた降下を生じ、逆に充電され充電電流が流れると端子電圧が上昇する。例えば、放電時の電圧降下は、バッテリーの内部インピーダンス（合成抵抗）によるものであるが、バッテリーの構造などに起因する純抵抗（オーム抵抗）による電圧降下（ $I R$  損）と、化学的な反応に起因する分極抵抗成分のうちの活性化分極による電圧降下と、化学的な反応に起因する分極抵抗成分のうちの濃度分極による電圧降下とに分けることができる。

【0004】 $I R$  損は放電電流が 0 になると同時に 0 になり、活性化分極による電圧降下も比較的短時間のうちに 0 になるが、濃度分極による電圧降下については、放電電流の減少に伴って低下するが、濃度分極が電解液の拡散によって解消するために比較的長い時間を要するため、放電電流が 0 になっても比較的長時間残存し続ける。このように、放電後も放電による電圧降下が解消せずに残っている状態を非平衡状態と呼び、この状態にあるとき開放状態で測定したバッテリーの端子電圧（開放電圧）は、放電による電圧降下が全て解消した平衡状態での開放電圧（開回路電圧）とは異なり、しかも、放電停止以後、時間の経過に伴って開回路電圧に向かって変化するものである。

【0005】なお、充電電流が流れることによって上昇したバッテリーの開放電圧も、放電時と同様に濃度分極による電圧上昇が比較的長時間残存し続けるため、開回路電圧とは異なるものである。

【0006】一般に、バッテリーの端子電圧は充電終了後には図 3 に示すように、放電終了後には図 6 に示すように開回路電圧に向かってそれぞれ変化する。また、平衡状態に到達する時間は、例えば充電終了後の場合を示すと、図 7 のように、温度が高いときには短く、温度が低いときには長くなる。

【0007】そこで、一般的には、充放電終了後、ほぼ平衡状態となるであろうある時間、例えば 2 4 時間が経過したときの開放電圧を測定して開回路電圧とみなすことが行われていた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した方法では、開放電圧を開回路電圧とみなして測定できるには、充放電終了から平衡状態とみなせる状態になるまで待たなければならない、このような時間が経過する前に、充放電が再開されたときには、次の充放電終了から再度一定の時間が経過するまで測定する機会がなく、開回路電圧を知ることのできる機会が極めて少ないという問題があった。

【0009】また、平衡状態になるまでの時間が温度に左右されるため、周囲温度に関係なく、一定時間経過した時点での開放電圧を測定して開回路電圧とみなした場合、測定時の開放電圧が温度によって異なるため、誤差の原因となったり、またこの誤差を無くするために温度による補正が必要であるなどの問題もあった。

【0010】よって、本発明は上述した状況に鑑み、車両使用中のバッテリーの開回路電圧を、充放電の終了から比較的短時間の内に、しかも温度補正することを必要とすることなく比較的正確に推定できる車両用バッテリーの開回路電圧推定方法及び装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する請求項1及び請求項2に記載した本発明は、車両用バッテリーの開回路電圧推定方法に関するものであり、請求項3及び請求項4に記載した本発明は、車両用バッテリーの開回路電圧推定装置に関するもので、いずれも、充放電の終了から一定時間経過するとバッテリーの開放電圧が予め定めた直線近似式に沿って、平衡状態における開回路電圧と推定できる所定電圧に漸近するように変化することに着目してなされたものである。

【0012】そして、請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法は、車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの平衡状態における開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第1の時間から予め定めた第2の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧を複数回測定し、該測定した開放電圧から、前記充電又は放電が終了した後、前記第1の時間が経過してから前記第2の時間が経過するまでの間に関する、前記開放電圧と前記充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を決定し、前記第2の時間よりも長い、予め定めた第3の時間を、前記充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、前記決定した直線近似式の解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧と推定することを特徴とする。

【0013】また、請求項2に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法は、請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、前記充電又は放電の終了からの経過時間を  $t$ 、未知の係数を  $c$ 、未知の補数を  $E$  とすると、前記直線近似式

が  $c \cdot t + E$  で表されるものとした。

【0014】さらに、請求項3に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置は、図1の基本構成図に示すように、車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第1の時間から予め定めた第2の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧を測定する開放電圧測定手段と、該開放電圧測定手段により複数回測定して得た複数の開放電圧から、前記充電又は放電が終了した後、前記第1の時間が経過してから前記第2の時間が経過するまでの間に関する、前記開放電圧と前記充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を決定する近似式決定手段と、前記第2の時間よりも長い、予め定めた第3の時間を、前記充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、前記近似式決定手段により決定した直線近似式の解を算出する算出手段とを備え、前記算出手段により算出した解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧として推定することを特徴とする。

【0015】また、請求項4に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置は、請求項3に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、前記充電又は放電の終了からの経過時間を  $t$ 、未知の係数を  $c$ 、未知の補数を  $E$  とすると、前記直線近似式が  $c \cdot t + E$  で表されるものとした。

【0016】請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法によれば、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第1の時間から予め定めた第2の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧が複数回測定され、測定された開放電圧から、充電又は放電が終了した後、第1の時間が経過してから第2の時間が経過するまでの間に関する、開放電圧と充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式が決定され、第2の時間よりも長い、予め定めた第3の時間を、充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、決定した直線近似式の解が、バッテリーの平衡状態における開回路電圧と推定されることになる。

【0017】また、請求項2に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法によれば、請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第1の時間から予め定めた第2の時間に至るまでの間に、複数回測定されるバッテリーの開放電圧から、充電又は放電の終了からの経過時間を  $t$ 、未知の係数を  $c$ 、未知の補数を  $E$  とすると、 $c \cdot t + E$  で表される直線近似式が決定されることになる。

【0018】さらに、請求項3に記載した本発明の車両

用バッテリーの開回路電圧推定装置によれば、図 1 に示すように、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第 1 の時間から予め定めた第 2 の時間に至るまでの間に、開放電圧測定手段 23a-1 により複数回測定して得た複数のバッテリーの開放電圧から、充電又は放電が終了した後、第 1 の時間が経過してから第 2 の時間が経過するまでの間に関する、開放電圧と充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式が、近似式決定手段 23a-2 により決定され、第 2 の時間よりも長い、予め定めた第 3 の時間 T3 を、充電又は放電が終了した後の経過時間として代入したときの、近似式決定手段 23a-2 により決定された直線近似式の解が、算出手段 23a-3 により算出され、この算出手段 23a-3 により算出された直線近似式の解が、バッテリーの平衡状態における開回路電圧と推定されることになる。

【0019】また、請求項 4 に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置によれば、請求項 3 に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第 1 の時間から予め定めた第 2 の時間に至るまでの間に、開放電圧測定手段 23a-1 により複数回測定して得た複数のバッテリーの開放電圧から、充電又は放電の終了からの経過時間を  $t$ 、未知の係数を  $c$ 、未知の補数を  $E$  とすると、 $c \cdot t + E$  で表される直線近似式が、近似式決定手段 23a-2 により決定されることになる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明による車両用バッテリーの開回路電圧推定方法を、図 2 を参照して本発明による車両用バッテリーの開回路電圧推定装置の一実施形態と共に説明する前に、本発明の基本的な考え方を説明する。

【0021】一般に、車両に搭載したバッテリーの充電が終了した場合、バッテリーの開放状態での端子電圧は、濃度分極によって上昇していた分が時間とともに解消して徐々に減少し、図 3 に示すように、例えば 24 時間後のバッテリーの平衡状態における端子電圧である開回路電圧 OCV に漸近するように変化し、このような漸近曲線は一般に累乗式で表される。

【0022】そして、例えば充電終了後の場合を示す図 7 のように、温度が高いときには、温度が低いときに比べて、開回路電圧 OCV に漸近する速度が速いが、充電終了からある程度の時間が経過すると、温度の高低とは無関係に、時間の経過に対して端子電圧の低下加速度が小さくなり、充電終了からある程度の時間が経過した後の時間帯部分については、漸近曲線が殆ど直線によって近似される程度になる。

【0023】よって、充電終了からある程度の時間が経過した後の、端子電圧—時間特性の適当な部分を直線近

似すると、横軸に対する傾きが極めて小さい直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  で表されるようになる。

【0024】そこで、バッテリーの充電が終了した後、図 4 に示すように、予め定めた時間 T1 を経過してから、予め定めた時間 T2 までの間のバッテリーの開放電圧を測定し、この測定した開放電圧より、バッテリーの開放電圧と、充電終了からの経過時間との関係を示す直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  を算出する。

【0025】一般的に、充電又は放電が終了した後の開回路電圧の変化は、電解液の拡散によって生じる電圧変化によるものであるとすることができ、この電解液の拡散は、温度が低いと鈍い一方、温度が高いと活発になるので、算出される直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  の横軸（時間軸）に対する傾きを示す係数である  $c$  の絶対値は、相対的に、温度が低いと大きい値になり、温度が高いと小さい値になる。これに対して、算出される直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  の縦軸（電圧軸）に対する切片を示す補数である  $E$  は、充電後の場合、温度が低いと大きい値になり、温度が高いと小さい値になる。放電の場合は逆に、温度が低いと小さい値になり、温度が高いと大きな値になる。

【0026】したがって、この直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  には、温度に依存して  $c$ 、 $E$  がいかなる値に算出されても、直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  において開回路電圧が求まる同一の時間  $t = T3$  が存在する。よって、この  $t$  の値における直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  の値を、平衡状態におけるバッテリーの開回路電圧 OCV とみなすことができる。

【0027】ちなみに、本実施形態では、開放電圧のサンプリングを開始する時間 T1 を、充放電の停止から 20 分が経過した後とし、開放電圧のサンプリングを終了する時間 T2 を、充放電の停止から 30 分が経過した後とし、その 10 分間にサンプリングされた開放電圧から算出される端子電圧—充放電終了後経過時間特性の直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  の  $t$  に代入する時間 T3 を、充放電の停止から 1 時間 23~24 分が経過した後としている。これらの時間は、そのバッテリーの仕様毎に実験的に求めて予め定めておくことができる。

【0028】そして、サンプリングを時間 T2 までとしているのは、サンプリング回数を適当な回数に止めるという便宜上だけのためばかりでなく、時間経過について電圧変化分が小さくなることにより、測定の分解能によっては開回路電圧の推定精度を低下する虞があるほか、車両の暗電流による電圧降下の影響が時間経過により大きくなるからである。

【0029】元の図面に戻って説明すると、図 2 は本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車両用バッテリーの開回路電圧推定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図であり、図中符号 1 で示す本実施形態の車両用バッテリーの開

回路電圧推定装置は、エンジン 3 に加えてモータジェネレータ 5 を有するハイブリッド車両に搭載されている。

【0030】そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン 3 の出力のみをドライブシャフト 7 からディファレンシャルケース 9 を介して車輪 11 に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー 13 からの電力によりモータジェネレータ 5 をモータとして機能させて、エンジン 3 の出力に加えてモータジェネレータ 5 の出力をドライブシャフト 7 から車輪 11 に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

【0031】また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ 5 をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換してバッテリー 13 を充電させるように構成されている。

【0032】なお、モータジェネレータ 5 はさらに、図示しないスタータスイッチのオンに伴うエンジン 3 の始動時に、エンジン 3 のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられるが、その場合にモータジェネレータ 5 には、短時間に大きな電流が流される。スタータスイッチのオンによりモータジェネレータ 5 によってエンジン 3 が始動されると、イグニッションキー（図示せず。）の操作解除に伴って、スタータスイッチがオフになってイグニッションスイッチやアクセサリスイッチのオン状態に移行し、これに伴ってバッテリー 13 から流れる放電電流は、定常電流に移行する。

【0033】本実施形態の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置 1 は、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ 5 等、電装品に対するバッテリー 13 の放電電流  $I$  や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ 5 からのバッテリー 13 に対する充電電流を検出する電流センサ 15 と、バッテリー 13 に並列接続した 1 M オーム程度の抵抗を有し、バッテリー 13 の端子電圧  $V$  を検出する電圧センサ 17 とを備えている。

【0034】また、本実施形態の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置 1 は、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力がインタフェース回路（以下、「 $I/F$ 」と略記する。）21 における  $A/D$  変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23 をさらに備えている。

【0035】そして、前記マイコン 23 は、CPU 23 a、RAM 23 b、及び、ROM 23 c を有しており、このうち、CPU 23 a には、RAM 23 b 及び ROM 23 c の他、前記  $I/F$  21 が接続されており、また、上述した図示しないスタータスイッチ、イグニッションスイッチやアクセサリスイッチ、モータジェネレータ 5 以外の電装品（負荷）のスイッチ等が、さらに接続されている。

【0036】前記 RAM 23 b は、各種データ記憶用の

データエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 23 c には、CPU 23 a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されている。

【0037】なお、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力である電流値及び電圧値は、 $I/F$  21 を介してマイコン 23 の CPU 23 a に取り込まれる。

【0038】次に、前記 ROM 23 c に格納された制御プログラムに従い CPU 23 a が行うバッテリーの開回路電圧推定処理を、図 5 を参照して説明する。

【0039】バッテリー 13 からの給電を受けてマイコン 23 は起動しているものとし、マイコン 23 は、例えば電流センサ 15 の出力をサンプリングして得た電流値に基づいて、電流値が 0 になっているかどうかにより、充電又は放電が終了したかどうかを判定する。この判定の結果、充電又は放電の終了が検出されたときに、図 5 のフローチャートに示す開回路電圧推定処理を開始する。この開回路電圧推定処理においては、まず充電又は放電の終了から例えば 20 分の予め定めた時間  $T_1$  が経過したかどうかを判断する（ステップ S1）。

【0040】時間が経過していないときには、時間が経過するのを待ち、時間が経過したときには（ステップ S1 の Y）、次に例えば 10 秒の一定時間毎に電圧センサ 16 の出力によりバッテリーの端子電圧を開放電圧としてサンプリングしてこれを RAM 23 b のデータエリア（記憶手段に相当する）に格納、記憶する（ステップ S2）。そして、このサンプリングを、充電又は放電の終了から例えば 30 分の予め定めた時間  $T_2$  が経過するまで継続する（ステップ S3 の N）。

【0041】時間  $T_2$  が経過すると（ステップ S3 の Y）、次に、測定した開放電圧  $V(t)$  について直線近似処理を行って直線近似式を決定する（ステップ S4）。直線近似式が決定したら、次に決定した直線近似式の変数  $t$  に例えば 1 時間 23 ~ 24 分の予め定めた時間  $T_3$  を代入して直線近似式の解を求め（ステップ S5）、この解を開回路電圧  $OCV$  と推定して（ステップ S6）、一連の処理動作を終了する。

【0042】なお、フローチャートには記載はないが、時間  $T_1$  から時間  $T_2$  までの間において行うサンプリングは 10 秒の一定間隔で行っているが、時間  $T_1$  から時間  $T_2$  までの間に例えば 3 回、サンプリング周期を短くしてサンプリングし、等間隔でサンプリングしたときと同じ数の開放電圧を読み込むようにし、サンプリングしていない期間マイコンをスリープ状態にすることもできる。

【0043】以上の説明からも明らかなように、本実施形態の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置 1 では図 5 のフローチャートにおけるステップ S2 が請求項中の開放電圧測定手段に対応する処理となっており、ステップ S4 が請求項中の近似式決定手段に対応する処理となっ



ており、ステップ S 5 が請求項中の算出手段に対応する処理となっている。

【0044】次に、本実施形態の開回路電圧推定動作（作用）について説明する。

【0045】まず、ハイブリッド車両のモータジェネレータ 5 以外の電装品（負荷）が作動したり、モータジェネレータ 5 がモータとして機能するように作動しているときはバッテリー 13 が放電を行っているが、モータジェネレータ 5 がジェネレータとして機能するように作動しているときにはバッテリー 13 に充電が行われている。このバッテリーの充放電は電流センサ 15 の出力を取り込むことによって検出でき、充放電の終了も電流センサ 15 の出力が 0 であることによって検出できる。

【0046】電流センサ 15 の出力により、充放電の終了が検出されると、それから一定時間 T 1 が経過した時点から時間 T 2 が経過するまでの間、電圧センサ 17 の出力を取り込むことによって、バッテリーの端子電圧を開放電圧として周期的に測定し、これらの電圧値と充放電の終了後からの経過時間を RAM 23b のデータエリアに格納、記憶して収集する。収集された端子電圧 V (t) から最小二乗法を適用して、 $V(t) = c \cdot t + E$  なるバッテリーの直線的な端子電圧—充放電終了後経過時間特性式における係数 c、E を得て、この式  $V(t) = c \cdot t + E$  を、上記したサンプリングの間におけるバッテリーの端子電圧—充放電終了後経過時間特性として位置づける。そして、この式に充放電の終了から一定時間を経過した時点を示す時間 T 3 を代入して求められる解を開回路電圧と推定するようにする。

【0047】上述したように推定した開回路電圧は、直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  がほとんど同一値となるような時間  $t = T 3$  を代入して求めた解であることから、温度によって係数 c、E が変わっても移動するものでないので、温度補正を全く必要としない他、バッテリーの特性が多少異なっているとしてもそのまま適用することができる。しかも、充放電の終了から時間 T 1 ~ T 2 の間、充放電電流が流れなければ、その都度、開回路電圧を推定することが可能になり、開回路電圧を推定できる頻度を多くすることができる。

【0048】上述の説明では、温度によって直線近似式に時間  $t = T 3$  を代入した解は変わらないとしている。これは、温度に依存しない  $t = T 3$  をあらかじめ定めているからである。

【0049】そして、本発明は、モータジェネレータが回生電力をバッテリーに充電するようになっているハイブリットカーなどの車両において、バッテリーの充電状態を適切に知り、効率的にバッテリーを利用して燃費向上を図るために有効に適用できる。

【0050】ちなみに、直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  を求める際に必要となる前記時間 T 1、T 2 や、この直線近似式  $V(t) = c \cdot t + E$  から開回路電圧を推定

するのに必要となる前記時間 T 3 の具体的な値は、バッテリーの仕様等によって、放電後に開回路電圧を推定する場合と充電後に開回路電圧を推定する場合とで同じ値が用いられる場合もあれば、異なる値が用いられる場合もある。

【0051】なお、本願明細書中においては、分極などの影響を受けた端子電圧を開放電圧とし、平衡状態のときの開放電圧を開回路電圧としている。

【0052】また、本実施形態では、ハイブリッド車両においてバッテリーの開回路電圧を推定する場合について説明したが、本発明は、一般的な 14V 車両や 14V と 42V 等の多電源車、電気自動車等、種々の車両に搭載されたバッテリーの開回路電圧の推定に適用可能であることは、言うまでもない。

【0053】

【発明の効果】以上に説明したように請求項 1 に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法によれば、車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの平衡状態における開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第 1 の時間から予め定めた第 2 の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧を複数回測定し、該測定した開放電圧から、前記充電又は放電が終了した後、前記第 1 の時間が経過してから前記第 2 の時間が経過するまでの間に、前記開放電圧と前記充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を決定し、前記第 2 の時間よりも長い、予め定めた第 3 の時間を、前記充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、前記決定した直線近似式の解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧と推定するようにした。

【0054】また、請求項 3 に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置によれば、車両に搭載されている負荷に電力を供給するため車両に搭載されたバッテリーの開回路電圧を推定する車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、充電又は放電が終了した後の経過時間が、予め定めた第 1 の時間から予め定めた第 2 の時間に至るまでの間に、バッテリーの開放電圧を測定する開放電圧測定手段と、該開放電圧測定手段により複数回測定して得た複数の開放電圧から、前記充電又は放電が終了した後、前記第 1 の時間が経過してから前記第 2 の時間が経過するまでの間に、前記開放電圧と前記充電又は放電の終了からの経過時間との相関を示す、予め定めた直線近似式を決定する近似式決定手段と、前記第 2 の時間よりも長い、予め定めた第 3 の時間を、前記充電又は放電の終了からの経過時間として代入したときの、前記近似式決定手段により決定した直線近似式の解を算出する算出手段とを備え、前記算出手段により算出した解を、バッテリーの平衡状態における開回路電圧とし



て推定する構成とした。

【0055】このため、請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法と、請求項3に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置とのいずれによっても、バッテリーの充電又は放電が終了した後、バッテリーの開放電圧がほぼ直線近似できる程度しか変化しなくなった比較的短い時間内でのバッテリーの開放電圧の測定によって直線近似式を求めて、この直線近似式から、温度の影響を受けて変化しない値としてバッテリーの平衡状態における開回路電圧を推定できるので、車両使用中のバッテリーの平衡状態における開回路電圧を、充放電の終了から比較的短時間の内に、しかも温度補正することを必要とすることなく比較的正確に推定することができる。

【0056】さらに、請求項2に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法によれば、請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、また、請求項4に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置によれば、請求項3に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、前記充電又は放電の終了からの経過時間を $t$ 、未知の係数を $c$ 、未知の補数を $E$ とすると、前記直線近似式が $c \cdot t + E$ で表されるものとした。

【0057】このため、請求項2に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法によれば、請求項1に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定方法において、また、請求項4に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置によれば、請求項3に記載した本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置において、いずれも、バッテリーの開放電圧がほぼ直線近似できる程度しか変化しなくなった比較的短い時間内での

バッテリーの開放電圧の測定によって求めた、 $c \cdot t + E$ なる直線近似式に、 $t$ の値として第3の時間を代入し、充電又は放電が終了した後の経過時間が予め定めた第3の時間となった時点でのバッテリーの開回路電圧を算出することで、車両使用中のバッテリーの平衡状態における開回路電圧を、充放電の終了から比較的短時間の内に、しかも温度補正することを必要とすることなく比較的正確かつ容易に推定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の車両用バッテリーの開回路電圧推定装置の基本構成図である。

【図2】本発明の車両用バッテリーの劣化度判定方法を適用した本発明の一実施形態に係る車両用バッテリーの劣化度判定装置の概略構成を一部ブロックにて示す説明図である。

【図3】充電の終了後のバッテリーの開放電圧の変化を示すグラフである。

【図4】本発明の開回路電圧推定方法を説明するために使用するグラフである。

【図5】図2中のマイコンがバッテリーの開回路電圧推定のため予め定めたプログラムに従って行う処理を示すフローチャートである。

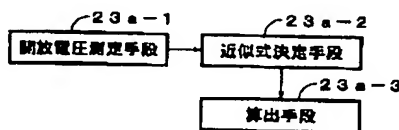
【図6】放電の終了後のバッテリーの開放電圧の変化を示すグラフである。

【図7】温度によって異なる、充電の終了後のバッテリーの開放電圧の変化を示すグラフである。

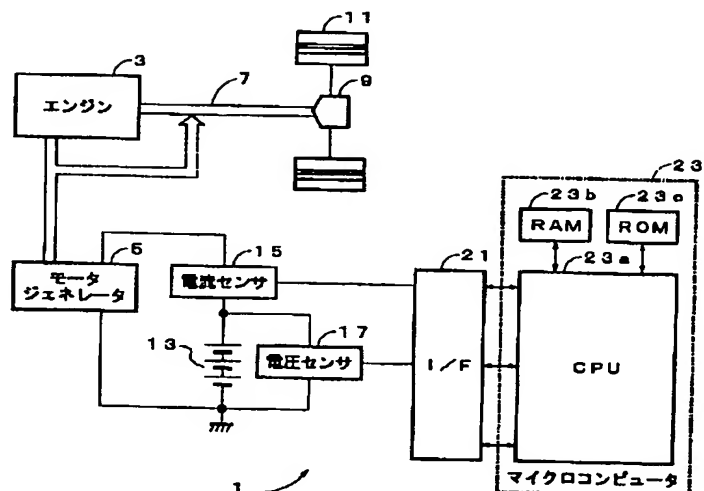
#### 【符号の説明】

- |       |                |
|-------|----------------|
| 23a-1 | 開放電圧測定手段 (CPU) |
| 23a-2 | 近似式決定手段 (CPU)  |
| 23a-3 | 算出手段 (CPU)     |

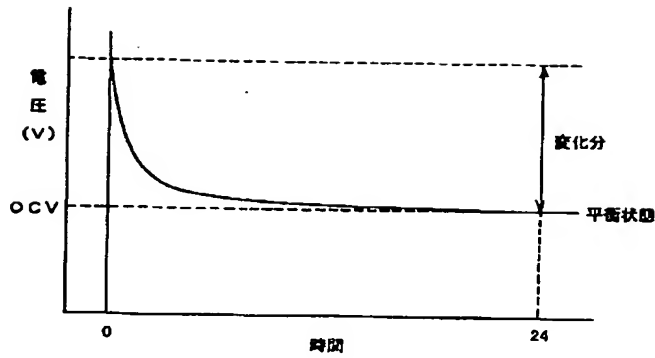
【図1】



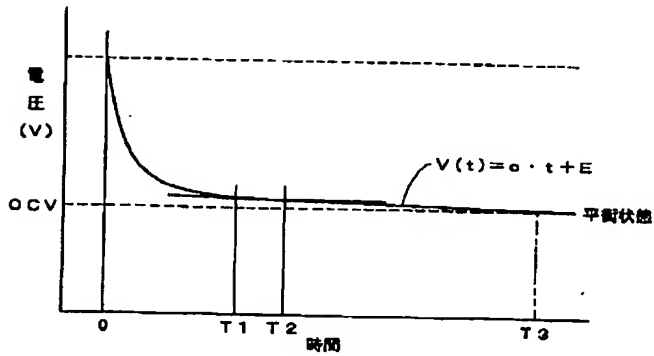
【図2】



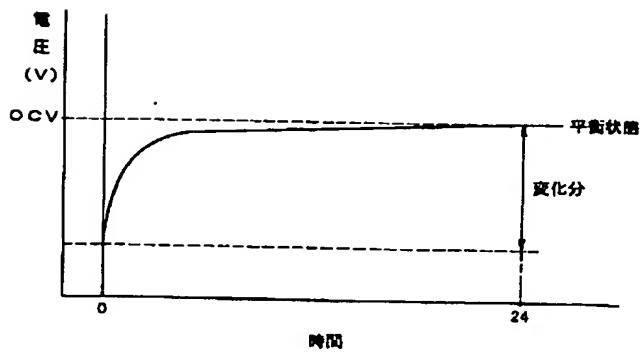
【図 3】



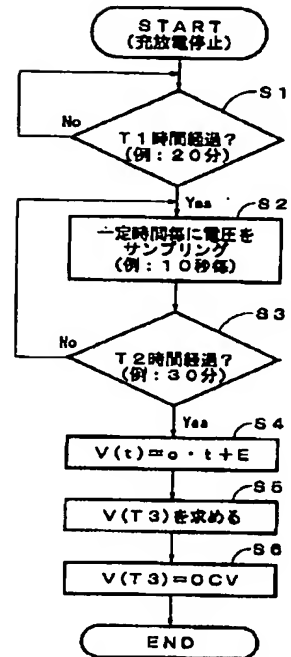
【図 4】



【図 6】



【図 5】



【図 7】

